中国生态农业学报 2017 年 5 月 第 25 卷 第 5 期
Chinese Journal of Eco-Agriculture, May 2017, 25(5): 665−676

DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.160911

牛海鹏, 肖东洋. 粮食主产区耕地保护外部性盈余/赤字测度与分析——以河南省为例[J]. 中国生态农业学报, 2017, 25(5): 665−676
Niu H P, Xiao D Y. Surpluses and deficits of cultivated land protection externalities in grain-production regions: A case study of Henan Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2017, 25(5): 665−676

粮食主产区耕地保护外部性盈余/赤字测度与分析*
——以河南省为例

牛海鹏[1,2], 肖东洋[1]

(1. 河南理工大学测绘与国土信息工程学院 焦作 454000; 2. 河南理工大学土地经济与城乡发展研究中心 焦作 454000)

摘 要: 为科学测度粮食主产区耕地保护外部性盈余/赤字, 论文基于耕地保护外部性多层次边界, 构建了省级边界和全国边界下典型区域耕地保护外部性盈余/赤字测度模型, 并以河南省 18 个地市为研究区域展开实证分析。结果表明: (1)同一边界下河南省各地市耕地保护外部性盈余/赤字空间分布差异性明显。省级边界下, 河南省耕地保护外部性盈余区和赤字区各有 9 个地市, 整体表现为西北部处于赤字区, 东北部处于轻度盈余区, 西南部处于中高度盈余区。全国边界下, 随着人均粮食消费量标准的提高, 耕地保护外部性盈余区数量比重降低、赤字区数量比重加大。在人均粮食消费量为 380 kg、400 kg、420 kg 和 435 kg 标准下, 耕地保护外部性盈余区(地市)数量占比分别为 88.89%、83.33%、77.78%和 72.22%。(2)多层次作用边界下河南省各地市耕地保护外部性盈余/赤字空间分布差异性明显。具体表现为: 同一地市从省级边界到全国边界下耕地保护外部性赤字减弱、盈余增强, 或由赤字区转变为盈余区。总之, 未来研究应依据不同作用边界下耕地保护外部性盈余/赤字的空间分布规律, 结合主体功能区划, 构建多层次一体化的耕地保护经济补偿体系, 科学界定耕地保护经济补偿的接受区和给付区, 制定科学的耕地保护区际经济补偿标准。

关键词: 多层次作用边界; 粮食主产区; 耕地保护外部性; 盈余/赤字; 耕地保护区际补偿; 河南
中图分类号: X826 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2017)05-0665-12

Surpluses and deficits of cultivated land protection externalities in grain-production regions: A case study of Henan Province*

NIU Haipeng[1,2], XIAO Dongyang[1]

(1. School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China; 2. Research Centre of Land Economy and Urban-Rural Development, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: The concept model of multi-level function boundary of cultivated land protection externalities in a typical zone was advanced in this paper. And the measurement models of surpluses and deficits of a typical zone with cultivated land protection externalities were delineated at provincial and national boundaries to measure the surpluses and deficits of cultivated land

* 国家自然科学基金项目(41371524)、河南省高校科技创新人才(人文社科类)支持计划(教社科〔2014〕295 号)、河南省高等学校哲学社会科学优秀学者项目(2014-YXXZ-34)和河南省高等学校哲学社会科学创新团队支持计划(2016-CXTD-04)资助
牛海鹏, 主要从事土地生态利用方面的教学与科研工作。E-mail: niuhaipeng@126.com
收稿日期: 2016-10-14 接受日期: 2017-01-05

* This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (41371524), the Program for Technology Innovation Talents (Humanities and Social Sciences) of Higher Education of Henan ([2014] 295), the Philosophy and Social Sciences Project for Excellent Scholars of Higher Education of Henan (2014-YXXZ-34) and the Program for Philosophy and Social Sciences Teams of Higher Education of Henan (2016-CXTD-04).
Corresponding author, NIU Haipeng, E-mail: niuhaipeng@126.com
Received Oct. 14, 2016; accepted Jan. 5, 2017

protection externalities in grain-production dominated zones of 18 cities in Henan Province. The aim of the study was to measure and analysis surpluses and deficits of cultivated land protection externalities under different boundaries to provide reference for setting standards of inter-regional compensation for cultivated land protection. The results showed that: (1) there were obvious differences in the surpluses and deficits of cultivated land protection externalities among different cities in Henan Province. Under provincial boundary, there were 9 surplus areas and 9 deficit areas. Overall, the northwest was in the deficit area, the northeast in the moderately surplus area and the southwest in the moderately and highly surplus areas. Under the national boundary, the proportion of areas with deficit cultivated land protection externalities increased, and that with surplus cultivated land protection externalities declined with increasing per-capita grain consumption. On per-capita grain consumption levels of 380 kg, 400 kg, 420 kg and 435 kg, the percentages of the areas (cities) with cultivated land protection surplus were 88.89%, 83.33%, 77.78% and 72.22%, respectively. (2) There were obvious differences in spatial distribution of surpluses and deficits of cultivated land protection externalities in areas/cities of Henan Province between at provincial and nation boundaries. From provincial boundary to national boundary, the deficits of cultivated land protection externalities weakened, the surpluses strengthened. Then some areas with deficits changed from deficit to surplus in the same cities. It was concluded that the multi-level compensation systems should be established in the future according to spatial distribution regularities of surpluses and deficits in cultivated land protection externalities in combination with construction of main functional regions. Meantime, the paying areas and accepting areas, as well as standards of economic compensation for cultivated land protection should be defined scientifically.

Keywords: Multi-level boundary; Grain production zone; Cultivated land protection externalities; Surplus/deficit; Inter-regional compensation for cultivated land protection; Henan Province

耕地保护外部性盈余/赤字的测度是核算耕地保护经济补偿标准的基础，影响着耕地保护区际经济补偿机制的构建以及区际经济补偿接受区和给付区的确定。张效军等[1-2]依据粮食安全法，通过计算各地的耕地生产力和粮食消费量，提出了根据粮食自给率来划分耕地盈余/赤字区的思路。粮食安全法仅考虑了耕地数量和质量情况，未对耕地的生态价值进行明确度量。随后，吴泽斌等[3]依据耕地保护的机会成本损失和基于区域粮食安全所折算的耕地盈余或赤字量，进行了耕地保护区域间的经济补偿标准测算。毋晓蕾等[4]提出了耕地保护经济补偿盈余/赤字面积及其折算系数测算方法，在此基础上提出了耕地保护经济标准测算方法。曹瑞芬等[5-6]采用粮食安全法分别从县级层面和国家层面划分耕地盈余/赤字区。此外，周小平等[7]和王苗苗等[8]依据人均耕地阈值分别从全国和省级层面划分耕地盈余/赤字区。曹瑞芬等[9]综合考虑耕地的数量、质量和生态属性，并据此采用 Jenks 自然断裂点法界定了县级层面耕地保护补偿关系，为研究耕地保护区际经济补偿分区提供了一个新的视角。由于生态足迹模型可以清晰分析不同国家或区域之间消费的生态赤字和盈余[10-13]，近年来，一些学者以耕地生态承载力为切入点，通过构建耕地生态足迹模型，以此划分耕地保护区际经济补偿区域。马爱慧等[14]综合运用生态服务价值和生态足迹的理论和方法，测算了武汉经济圈和长株潭经济圈的土地生态盈余/赤字量。施开放等[15]和曹瑞芬等[16]则分别从市级和全国层面测算了耕地的生态盈余/赤字。

以上研究多从全国和个别区域层面上对耕地保护的外部性盈余/赤字贡献进行了测度和分区，但从全国、省级等多层面上对比分析特定区域耕地保护外部性盈余/赤字的研究则有待深化。由于我国地域辽阔，自然经济社会条件和耕地利用情况差异较大，同时，耕地保护外部性作用边界具有多层次性，因此以典型区域(市级区域)为研究区域，分别测算其在多层次边界下耕地保护现实外部性盈余/赤字，可为制定全国-省-市一体化的耕地保护区际经济补偿标准提供理论和方法支撑，具有较强的理论和实践意义。基于此，本文在提出耕地保护外部性多层次作用边界概念的基础上，构建了省级边界和全国边界下典型区域耕地保护外部性盈余/赤字测度模型，并以河南省 18 个地市为研究区域，开展了省级边界和国家级边界下粮食主产区耕地保护外部性盈余/赤字测度实证对比分析。

1 方法模型与数据来源

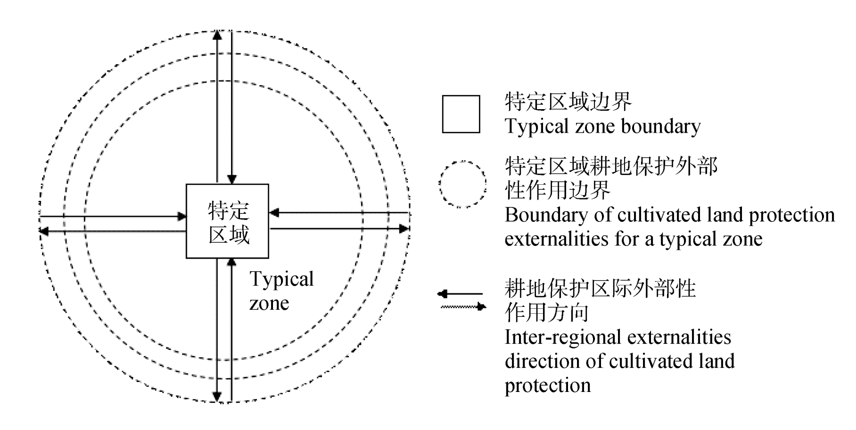
1.1 理论方法与模型

1.1.1 耕地保护外部性多层次作用边界概念模型的提出

国内外学者从不同视角对耕地保护外部性的概念进行了分析和论述，本研究采用牛海鹏[17]对耕地保护外部性内涵的界定，即未能纳入到耕地利用和保护主体收益之中的基于耕地生态系统服务所产生的生态社会效益，是由多个单项效益类型构成的一

个有机的外部效益体系。

由于特定区域(包括粮食主产区)耕地保护外部性具有显著的跨区域性特征(外溢性)，在量化分析某一典型区域耕地保护总体外部性和区际外部性时，需将该典型区域与其他同级区域统一纳入到上级区域进行，此时该上级区域边界可视为耕地保护外部性作用边界。外部性作用边界可以是具有自然特征的边界线(如流域边界等)，也可以是具有社会经济特征的边界线(如行政区划界)。基于研究资料获取的便利性以及耕地保护经济补偿机制运行的可行性，在进行耕地保护外部性界定分析时，以行政区划为单元，以规划指标约束下的耕地保有量为基础进行分析。特定区域若为市级行政区划单位，在进行耕地保护外部性量化和经济补偿时，可将特定区域纳入省、国家范围内进行测度，此时省级区划界和国界即为外部性作用边界。因此，耕地保护外部性具有多层次作用边界特征，其概念模型如图 1 所示。在外部性作用边界下，耕地保护外部性的外溢性仅发生在外部性边界内同级区域之间，特定区域耕地保护区际外部性大小是指将粮食主产区统一纳入到上级区域的区际外部性净盈余量。



特定区域为耕地保护重点区或粮食主产区时，耕地保护区际外部性即表现为外部性盈余，反之则表现为外部性赤字。If a typical zone refers to the main cultivated land protection zone or the grain-production dominated zone, the inter-regional externalities of cultivated land protection often manifests as surplus. Otherwise, it manifests as deficit.

图 1　特定区域耕地保护外部性多层次作用边界概念模型

Fig. 1　Concept model of multi-level function boundary of cultivated land protection externalities in a typical zone

1.1.2　省级边界下典型区域耕地保护外部性盈余/赤字测度方法与模型

区际外部性是不同年份特定区域耕地保护外部性需求与供给的差异，即耕地保护外部性盈余/赤字，耕地保护区际外部性量化模型为：

$$\hat{T}_{粮食主产区} = T_{粮食主产区} - \bar{T}_{粮食主产区} \tag{1}$$

$$\bar{T}_{粮食主产区} = \frac{T \times Q_{粮食主产区}}{Q} \tag{2}$$

式中：$\hat{T}_{粮食主产区}$ 表示特定区域(如粮食主产区)某一年度耕地保护外部性盈余/赤字值(元)；$\bar{T}_{粮食主产区}$ 表示特定区域(如粮食主产区)某一年度耕地保护外部性的需求量(元)；$T_{粮食主产区}$ 表示特定区域(如粮食主产区)某一年度的耕地保护外部性供给(元)；T表示特定区域所在上一级区域某一年度耕地保护的总体外部性(元)；$Q_{粮食主产区}$ 表示特定区域(如粮食主产区)某一年度的人口数量(万人)；Q 表示特定区域所在上一级区域某一年度总人口(万人)。

特定区域所在上一级区域某一年度耕地保护的总体外部性(T)的测算模型可表示如下：

$$T = \sum(S \times E) \Rightarrow \sum_{j=1}^{n}(S_j \times E_j) \Rightarrow \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(S_{ij} \times E_{ij}) = \sum_{i=1}^{m} T_i \tag{3}$$

式中：E 表示特定区域所在上一级区域单位面积耕地平均总体外部性(元·hm^{-2})；S 表示特定区域所在上一级区域耕地面积(hm^2)；j 表示耕地质量级别，j=1, 2, …, n；E_j 表示特定区域所在上一级区域 j 级别单位面积耕地总体外部性(现实值)(元·hm^{-2})；S_j 表示特定区域所在上一级区域内 j 级别耕地面积(hm^2)；i 表示与该特定区域同级的次级区域单位数量，i=1, 2, …, m；E_{ij} 表示第 i 个次级区域内 j 级别单位面积耕地总体外部性(元·hm^{-2})；S_{ij} 表示第 i 个次级区域 j 级别耕地质量面积(hm^2)；T_i 表示与该特定区域同级的第 i 个次级区域耕地保护的总体外部性(元)。

单位面积耕地总体外部性现实值可在基于综合方法(当量因子法、替代/成本法)的耕地保护外部性理论值量化的基础上，以表征支付意愿和能力的社会经济发展阶段系数作为耕地保护经济补偿标准调整系数进行耕地保护外部性现实值的测算[17-18]。

1.1.3 全国边界下典型区域耕地保护外部性盈余/赤字测度方法与模型

由于我国地域辽阔，自然经济社会条件和耕地利用情况差异较大，因此在全国范围内测度单位面积耕地保护外部性应用价值较弱，而测算全国边界下典型区域(如粮食主产市)耕地保护现实外部性盈余/赤字(可作为区际耕地保护经济补偿标准)则具有较强的实践价值。

全国边界下典型区域(粮食主产县、粮食主产市和粮食主产省)耕地保护现实外部性盈余/赤字测算公式如下：

$$Q_m = L_m \times P \tag{4}$$

式中：Q_m 表示第 m 个典型区域在全国边界下耕地保护区际外部性现实值(即区际补偿标准)(亿元)，L_m 表示第 m 个典型区域在全国边界下标准耕地盈余/赤字面积(hm^2)，P 表示典型区域所在省级区域的省级边界下单位面积标准耕地外部性现实值(元·hm^{-2})。

第 m 个典型区域在全国边界下标准耕地盈余/赤字面积(L_m)计算公式如下：

$$L_m = BL_m - BY_m \tag{5}$$

$$BY_m = \frac{RK_m \times F}{CL} \tag{6}$$

式中：BL_m 表示第 m 个典型区域标准耕地保有量(面积)(hm^2)，BY_m 表示第 m 个典型区域标准耕地保护义务量(面积)(hm^2)，RK_m 表示第 m 个典型区域人口数量(万人)，F 表示全国人均粮食消费量(kg·人$^{-1}$)，CL 表示省级区域内单位面积标准耕地粮食产量(考虑经济作物需求下的耕地粮食作物平均产量)(kg·hm^{-2})。

第 m 个典型区域标准耕地保有量(面积)(BL_m)计算公式：

$$BL_m = \sum_{j=1}^{n}(YL_{mj} \times \omega_j) \tag{7}$$

式中：BL_m 含义同上，YL_{mj} 表示第 m 个典型区域第 j 等耕地统计面积(hm^2)，ω_j 表示典型区域所在省级区域内第 j 等耕地质量调整系数。

典型区域所在省级区域内第 j 等耕地质量调整系数(ω_j)计算公式为：

$$\omega_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^{n}(D_j \times \mu_j)} \tag{8}$$

式中：ω_j 含义同上；D_j 表示典型区域第 j 等耕地利用等指数平均值；μ_j 表示典型区域第 j 等耕地面积权重，j=1, 2, …, n。

1.2 数据来源及处理

社会经济数据的来源和处理：文中所采用的人口数量、在岗职工年平均工资等经济社会数据均来源于 2013 年《河南统计年鉴》。为了数据获取的便利性，其中农业从业人数取第一产业从业人数；农产品价格数据、粮食作物的产值和费用、农产品生产的物质与技术服务费用来源于相应年份的《全国农产品成本收益资料汇编》，在具体运用时以“三种粮食作物”代替粮食作物的产值和费用；农村最低社会保障标准依据国务院扶贫办历年发布的全国贫困线标准，取全国低收入贫困线标准上限。

耕地数据和耕地质量级别调整系数的来源和处理：耕地数据基于第二次土地调查后的耕地变更数据；耕地质量等级选择农用地利用等别，因为农用地利用等不仅考虑了农用地自然质量条件，而且考虑了农用地利用条件，反映了不同土地单元实际产出的差异。耕地质量级别调整系数可基于 2012 年河南省农用地分等成果补充完善相关数据，首先计算出河南省各等别国家级农用地利用等指数平均值和河南省全域内农用地利用等平均等指数，然后以各等别国家级农用地利用等指数平均值除以河南省全域内农用地利用等平均等指数，计算出河南省 4~12 等的耕地质量级别调整系数分别为 1.43、1.31、1.18、1.06、0.93、0.81、0.68、0.56 和 0.44。

2 多层次边界耕地保护外部性盈余/赤字测度

2.1 研究区域概况

河南省界于 31°23′~36°22′N，110°21′~116°39′E，地处中国中东部，现有郑州市、开封市、洛阳市、平顶山市、安阳市、鹤壁市、新乡市、焦作市、濮阳市、许昌市、漯河市、三门峡市、南阳市、商丘市、信阳市、周口市、驻马店市和济源市 18 个省辖市。土地总面积约 16.57 万 km^2，2012 年耕地面积为 815.68 万 hm^2，占全省土地总面积的 49.45%，集中分布在黄淮海平原、南阳盆地及豫北、豫西山前平原。河南省为我国 13 个粮食主产省之一，粮食总产量占到全国的 1/10，其中小麦超过 1/4。河南省农用地(耕地)自然等别介于 5~11 等，利用等级介于 4~12 等，经济等级介于 4~11 等。总体上，高等别耕地主要分布在豫北山前平原、豫东平原和南阳盆地，太行山地、伏牛山地和大别山地等区域耕地质量较低。

2.2 省级边界下各地市及全省耕地保护外部性盈余/赤字测度

首先运用牛海鹏等[17-19]提出的基于综合方法

(当量因子法、替代/成本法)的耕地保护外部性现实值量化模型, 测度出 2012 年省级边界下河南省不同耕地质量等别下的单位面积耕地保护外部性现实值。测度结果显示, 2012 年河南省单位面积耕地保护外部性现实值从耕地质量等别 12 等的 4 579.1 元·hm^{-2}提高到 4 等的 15 045.6 元·hm^{-2}, 表明耕地质量高低和粮食综合生产能力是影响单位面积耕地保护外部性大小的决定性因素(表 1)。

然后在省级边界下, 将各地市统一纳入到河南省范围内, 依据公式(1)、公式(2)和公式(3), 可测算出不同地市区域耕地保护外部性总和以及耕地保护现实外部性盈余/赤字, 具体如表 2、表 3 所示。测

表 1　省级边界下 2012 年河南省不同耕地质量级别单位面积耕地保护外部性现实值

Table 1　Realistic values of protection externalities per unit area cultivated land on different cultivated land quality grades under provincial boundary in 2012 in Henan Province

项目 Item	耕地质量等级 Cultivated land quality grade				
	4 等 Grade 4	5 等 Grade 5	6 等 Grade 6	7 等 Grade 7	8 等 Grade 8
耕地质量级别调整系数 Adjustment coefficient of cultivated land quality grade	1.43	1.31	1.18	1.06	0.93
外部性理论值 Theoretical value of externalities (¥·hm^{-2})	30 611.7	27 949.8	25 287.9	22 614.3	19 964.1
外部性现实值 Realistic value of externalities (¥·hm^{-2})	15 045.6	13 737.3	12 429.0	11 114.9	9 812.4
项目 Item	耕地质量等级 Cultivated land quality grade				
	9 等 Grade 9	10 等 Grade 10	11 等 Grade 11	12 等 Grade 12	总体 Totality
耕地质量级别调整系数 Adjustment coefficient of cultivated land quality grade	0.81	0.68	0.56	0.44	1.00
外部性理论值 Theoretical value of externalities (¥·hm^{-2})	17 302.2	14 640.4	11 978.5	9 316.6	21 399.1
外部性现实值 Realistic values of externalities (¥·hm^{-2})	8 504.1	7 195.7	5 887.4	4 579.1	10 517.7

表 2　基于综合方法(当量因子法、替代/成本法)的 2012 年河南省各地市耕地保护经济补偿

Table 2　Economic compensation for cultivated land protection of every city in Henan Province in 2012 based on comprehensive method (equivalent factor method, replacement/cost method)　×10^{8} ¥

地区 Region	4 等 Grade 4	5 等 Grade 5	6 等 Grade 6	7 等 Grade 7	8 等 Grade 8	9 等 Grade 9	10 等 Grade 10	11 等 Grade 11	12 等 Grade 12	总体 Totality
郑州市 Zhengzhou		0.01	4.19	15.97	13.34	1.08	0.42			35.00
开封市 Kaifeng			0.56	32.29	11.46	0.39				44.69
洛阳市 Luoyang		0.41	5.18	10.08	3.97	9.25	8.52	1.74		39.16
平顶山 Pingdingshan			2.32	10.90	14.27	2.38	2.28			32.15
安阳市 Anyang		1.02	23.92	9.94	4.75	1.60	2.73	0.90	0.01	44.88
鹤壁市 Hebi			7.85	3.91	1.88	0.14	0.18	0.02		13.97
新乡市 Xinxiang		8.35	28.07	15.22	4.16	0.35	0.28	0.10		56.53
焦作市 Jiaozuo	1.37	13.26	6.70	3.01	0.54	0.18	0.06	0.04		25.15
濮阳市 Puyang		0.44	10.49	18.62	2.80					32.36
许昌市 Xuchang			2.11	29.94	2.61	1.07	1.01			36.75
漯河市 Luohe			0.84	15.79	4.10					20.73
三门峡 Sanmenxia				1.23	2.94	4.00	3.61	2.28		14.07
南阳市 Nanyang			0.49	58.46	30.93	9.80	6.91	0.05		106.63
商丘市 Shangqiu			10.60	67.61	1.48					79.69
信阳市 Xinyang			0.02	22.62	42.80	16.75	0.21			82.41
周口市 Zhoukou			5.94	75.10	13.21					94.25
驻马店 Zhumadian				32.80	47.81	14.28	0.11			95.00
济源市 Jiyuan			0.78	1.56	0.54	1.07	0.39	0.16		4.49
合计 Total	1.37	23.50	110.06	425.06	203.57	62.34	26.70	5.29	0.01	857.90

表 3 基于综合方法(当量因子法、替代/成本法)的 2012 年河南省各地市耕地保护区际经济补偿盈余/赤字
Table 3 Surplus or deficit of inter-regional economic compensation for cultivated land protection of every city in Henan Province in 2012 based on comprehensive method (equivalent factor method, replacement/cost method)

地区 Region	经济补偿供给 Supply of economic compensation (×10^8 ¥)	人口数量 Population (×10^4 persons)	经济补偿需求 Demand of economic compensation (×10^8 ¥)	经济补偿盈余/赤字 Surplus or deficit of economic compensation (×10^8 ¥)	外部性盈余/赤字率 Rate of surplus or deficit of externalities (%)	区域类型 Region type
郑州市 Zhengzhou	35.00	741	60.30	−25.30	−41.95	高度赤字 High deficit
开封市 Kaifeng	44.69	509	41.42	3.27	7.90	轻度盈余 Mild surplus
洛阳市 Luoyang	39.16	689	56.07	−16.91	−30.16	中度赤字 Moderate deficit
平顶山 Pingdingshan	32.15	535	43.54	−11.38	−26.15	中度赤字 Moderate deficit
安阳市 Anyang	44.88	574	46.71	−1.84	−3.93	轻度赤字 Mild deficit
鹤壁市 Hebi	13.97	160	13.02	0.95	7.26	轻度盈余 Mild surplus
新乡市 Xinxiang	56.53	597	48.58	7.94	16.35	轻度盈余 Mild surplus
焦作市 Jiaozuo	25.15	366	29.78	−4.64	−15.57	轻度赤字 Mild deficit
濮阳市 Puyang	32.36	386	31.41	0.94	3.00	轻度盈余 Mild surplus
许昌市 Xuchang	36.75	483	39.31	−2.56	−6.51	轻度赤字 Mild deficit
漯河市 Luohe	20.73	274	22.30	−1.57	−7.03	轻度赤字 Mild deficit
三门峡 Sanmenxia	14.07	226	18.39	−4.33	−23.52	轻度赤字 Mild deficit
南阳市 Nanyang	106.63	1 166	94.89	11.75	12.38	中度盈余 Moderate surplus
商丘市 Shangqiu	79.69	895	72.83	6.86	9.41	轻度盈余 Mild surplus
信阳市 Xinyang	82.41	855	69.58	12.83	18.44	中度盈余 Moderate surplus
周口市 Zhoukou	94.25	1 126	91.63	2.62	2.86	轻度盈余 Mild surplus
驻马店 Zhumadian	95.00	892	72.59	22.41	30.87	高度盈余 High surplus
济源市 Jiyuan	4.49	68	5.53	−1.04	−18.80	轻度赤字 Mild deficit
合计 Total	857.90	10 542	857.90	0.00	0.00	

算结果表明，南阳市耕地保护现实外部性最大，为 106.63 亿元；其次为驻马店市和周口市，分别为 95 亿元和 94.25 亿元；最小的为济源市，仅为 4.49 亿元。从外部性盈余/赤字看(表 3)，开封市、鹤壁市、新乡市、濮阳市、南阳市、商丘市、信阳市、周口市、驻马店市等 9 市属于耕地保护现实外部性盈余地市，属于区际补偿接受区；郑州市、洛阳市、平顶山市、焦作市、安阳市、许昌市、漯河市、三门峡市、济源市等 9 市属于耕地保护外部性赤字地市，属于区际补偿输出区。

根据外部性盈余/赤字程度，将盈余大于 20 亿元、盈余介于 10 亿~20 亿元、盈余介于 0~10 亿元分别界定为高度盈余型、中度盈余型、轻度盈余型，将赤字 0~10 亿元、赤字 10 亿~20 亿元、赤字大于 20 亿元分别界定为轻度赤字型、中度赤字型和高度赤字型。则高度盈余型区域包括驻马店市，中度盈余型区域包括南阳市、信阳市，轻度盈余型区域包括开封市、鹤壁市、新乡市、濮阳市、商丘市和周口市 6 市，轻度赤字型区域包括安阳市、焦作市、许昌市、漯河市、三门峡市和济源市 6 市，中度赤字型区域包括洛阳市、平顶山市，高度赤字型区域包括郑州市(表 3)。

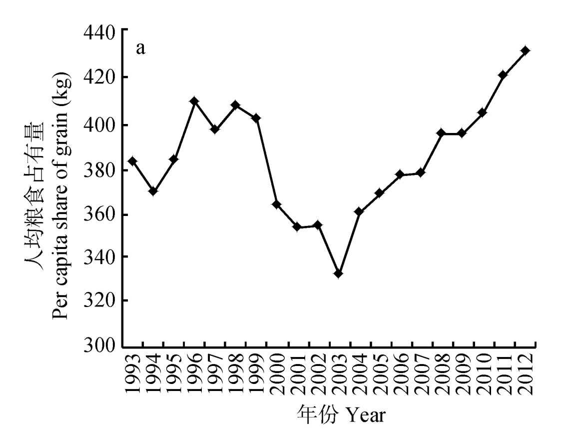
2.3 全国边界下河南省各地市及全省耕地保护外部性盈余/赤字测度

2.3.1 全国人均粮食占有量确定

曹甲伟[20]认为安全人均粮食占有量是指能够满足人均粮食需求的人均粮食供给量，即有效粮食供给量。人均粮食占有量 400 kg 的粮食安全线在 2010

年左右依然有效，2015 年我国人均粮食占有量为 420 kg，2020 年应为 440 kg。世界粮食及农业组织认为，一个国家人均粮食年占有量达 400 kg 为安全，低于 400 kg 可能会危及粮食安全[21]。胡守溢[22]指出当人均年占有粮食低于 370 kg 时，工业用粮紧张，引起副食品供给减少，导致居民生活用粮价格上升，引起粮食供应紧张；当人均年占有量达到并超过 370 kg 时，粮食供求基本平衡，价格稳定，市场稳定。因此，将人均占有粮食 400 kg 为安全，人均占有粮食 370 kg 为基本安全。康晓光[23]根据中国科学院国情分析小组对 1990—2050 年中国的人口与经济增长的预测推导出 2000—2030 年中国人均粮食占有量为 376 kg。孙复兴等[24]基于评价指标体系预测到 2010 年人均需求总量为 420 kg，到 2030 年人均需求总量达到 450 kg。卢艳霞[25]认为人均粮食占有量最低水平、中等水平和较高水平可分别确定为 380 kg、400 kg 和 420 kg。

2012 年全国粮食总产量为 5 895.7 亿 kg，人均粮食占有量为 435 kg；2012 年河南省粮食总产量为 563.86 亿 kg，人均粮食占有量达到 535 kg，远高于全国平均值。从 1993—2012 年间我国人均粮食占有量看，从 1993 年的 385 kg 提高到 2012 年的 435 kg，总体处于递增趋势，但期间处于不稳定状态，其中 2003 年下降到期间最低值 333 kg(图 2)。从 1993—2002 年期间分段平均值看(图 2)，20 年(1993—2012 年)、15 年(1998—2012 年)、10 年(2003—2012 年)、5 年(2008—2012 年)全国人均粮食占有量分别为 386 kg、385 kg、389 kg 和 413 kg，总体上稳定在 380~410 kg 区间。依据人均粮食占有量区间平均值的稳定性，结合 2012 年河南省、全国人均粮食占有量以及相关研究成果，本研究将人均粮食消费占有量确定 4 类标准：低标准为 380 kg，中标准为 400 kg，较高标准为 420 kg，高标准为 435 kg。



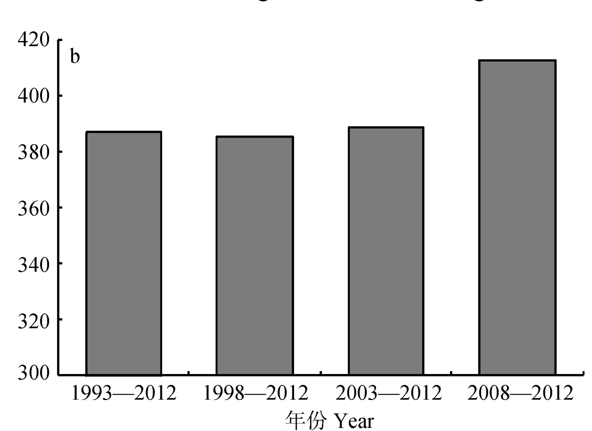


图 2　中国 1993—2013 年人均粮食占有量(a)和不同时间段内人均粮食平均占有量(b)

Fig. 2　Annual change of per capita share of grains (a) and average per capita share of grains in different time periods (b) from 1993 to 2012 in China

图 b 中，从左向右的图柱分别为 20 a、15 a、10 a 和 5 a 的平均值。In figure b, the bars from left to right are averages of 20 years, 15 years, 10 years and 5 years, respectively.

2.3.2　耕地质量调整系数计算

耕地自然质量等指数是指按照标准耕作制度所确定的各指定作物，在耕地自然质量条件下，所能获得的按产量比系数折算的基准作物产量指数。该指数考虑了耕地的水文条件、土壤条件、地形条件、农田基本建设条件、作物光温(气候)生产潜力、基准作物与指定作物之间的产量比系数，具有全省可比性。依据自然质量等指数所划分的耕地自然质量等别是实际存在的、稳定的、有比较明确的且可以辨别的自然分界线的单元。耕地利用等指数是指按照标准耕作制度所确定的各指定作物，在耕地自然质量条件和农用地所在的土地利用分区的平均利用条件下，所能获得的按产量比系数折算的基准作物产量指数。依据耕地利用等指数所划分的耕地利用等不仅考虑了耕地自然质量条件，而且考虑了耕地利用条件，反映了不同土地单元实际产出的差异。耕地经济等指数是在耕地利用等指数的基础上经过土地经济系数修订而得，考虑了耕地自然质量条件、耕地利用条件以及土地投入产出情况。因此依据耕地经济等指数划分的耕地经济等别不但受自然质量、利用水平的影响，更重要的是受土地利用效益的影响较大。因为利用水平的高低没有考虑投入成本，而利用效益则是单位投入下的产出(粮食产量)。

基于对耕地自然质量等、耕地利用等、耕地经济等内涵分析，耕地利用等别不仅考虑了耕地自然质量条件，而且考虑了耕地利用条件，反映了不同土地单元实际产出的差异。因此依据公式(8)，采用耕地利用等别计算耕地级别质量调整系数(表 4)。

表 4 河南省不同耕地质量级别的利用等指数调整系数

Table 4 Adjustment coefficients of use grade index for different quality grades of cultivated land in Henan Province

项目 Item	耕地质量等级 Cultivated land quality grade								
	4 等 Grade 4	5 等 Grade 5	6 等 Grade 6	7 等 Grade 7	8 等 Grade 8	9 等 Grade 9	10 等 Grade 10	11 等 Grade 11	12 等 Grade 12
面积比例 Area proportion (%)	0.11	2.10	10.86	46.86	25.43	8.99	4.55	1.10	0.003
利用等指数区间 Interval of use grade index	2 200~2 400	2 000~2 200	1 800~2 000	1 600~1 800	1 400~1 600	1 200~1 400	1 000~1 200	800~1 000	600~800
利用等指数平均值 Mean of use grade index	2 300	2 100	1 900	1 700	1 500	1 300	1 100	900	700
耕地质量级别调整系数 Adjustment coefficient	1.43	1.31	1.18	1.06	0.93	0.81	0.68	0.56	0.44

以不同耕地级别面积比例与利用等指数平均值，可计算出河南省平均等指数为 1 607.82。With the proportion of different quality grades of cultivated land areas and the mean of use grade index, we calculate that the mean of use grade index of farmland of Henan Province is 1 607.82.

2.3.3 河南省各地市耕地保护外部性盈余/赤字测度结果

依据公式(4)、(5)、(6)和(7)，结合各地市统计耕地面积及其等别、人口数量、省级区域内单位面积标准耕地粮食产量(考虑经济作物需求下的耕地粮食作物平均产量，本研究取 6 913 kg·hm^{-2})以及耕地质量级别(利用等)调整系数和人均粮食消费量标准，测算出各地市标准耕地面积(表 5)及其在全国边界下耕地保护外部性现实值(表 6)。表 5 显示，洛阳市、平顶山市、三门峡市、南阳市、信阳市、驻马店市和济源市 7 市转换后标准耕地面积小于统计耕地面积，表明 7 市耕地平均质量低于全省耕地平均质量；郑州市、开封市、安阳市、鹤壁市、新乡市、焦作市、濮阳市、许昌市、漯河市、商丘市、周口市等 11 市转换后标准耕地面积大于统计耕地面积，表明该 11 市耕地平均质量高于全省耕地平均质量。

表 5 2012 年河南省各地市标准耕地面积转换表

Table 5 Conversion table of normal cultivated land area of every city in Henan Province in 2012 hm^2

地区 Region	折算前耕地面积 Cultivated land area before conversion	折算后标准耕地面积 Cultivated land area after conversion	折算后与折算前的差值 D-value between after and before conversion
郑州市 Zhengzhou	331 790	332 799	1 009
开封市 Kaifeng	416 170	424 934	8 764
洛阳市 Luoyang	432 600	372 322	−60 278
平顶山 Pingdingshan	321 800	305 707	−16 093
安阳市 Anyang	410 020	426 665	16 645
鹤壁市 Hebi	121 790	132 785	10 995
新乡市 Xinxiang	475 510	537 442	61 932
焦作市 Jiaozuo	195 640	239 099	43 459
濮阳市 Puyang	283 630	307 636	24 006
许昌市 Xuchang	339 490	349 376	9 886
漯河市 Luohe	190 530	197 096	6 566
三门峡 Sanmenxia	176 980	133 729	−43 251
南阳市 Nanyang	1 056 910	1 013 864	−43 046
商丘市 Shangqiu	708 350	757 694	49 344
信阳市 Xinyang	839 750	783 533	−56 217
周口市 Zhoukou	857 770	896 155	38 385
驻马店 Zhumadian	951 590	903 212	−48 378
济源市 Jiyuan	46 450	42 722	−3 728
合计 Total	8 156 770	8 156 770	0

表 6 显示，在人均粮食消费量 380 kg、400 kg、420 kg 和 435 kg 的标准下，河南省标准耕地保护义务量分别为 5 794 821 hm^2、6 099 812 hm^2、6 404 803 hm^2 和 6 633 545 hm^2，标准耕地盈余量分别为 2 361 949 hm^2、2 056 958 hm^2、1 751 967 hm^2 和 1 523 225 hm^2，全国边界下耕地保护区际外部性现实值(区际经济补偿额)分别为 248.42 亿元、216.34 亿元、184.27 亿元和 160.21 亿元，均处于盈余状态。从各地市看(图 3)，南阳市、信阳市、驻马店市、开封市、安阳市、鹤壁市、新乡市、焦作市、濮阳市、许昌市、漯河市、商丘市、

表 6　河南省各地市 2012 年全国边界下不同人均粮食消费量的耕地保护区际经济补偿盈余/赤字

Table 6　Surplus or deficit of inter-regional economic compensation for cultivated land protection on different per-capita food consumption levels under national boundary of every city in Henan Province in 2012

地区 Region	标准耕地保有量 Normal cultivated land (hm^2)	人口 Population ($\times10^4$ person)	标准耕地保护义务量 Normal predicted quota for cultivated land protection (hm^2)				标准耕地赤字/盈余 Surplus or deficit of normal cultivated land (hm^2)				耕地保护区际外部性现实值 Realistic value of inter-regional externalities of cultivated land protection ($\times10^8$ ¥)			
			S_{380}	S_{400}	S_{420}	S_{435}	S_{380}	S_{400}	S_{420}	S_{435}	S_{380}	S_{400}	S_{420}	S_{435}
郑州市 Zhengzhou	332 799	741	407 320	428 757	450 195	466 274	−74 521	−95 958	−117 396	−133 475	−7.84	−10.09	−12.35	−14.04
开封市 Kaifeng	424 934	509	279 792	294 518	309 243	320 288	145 142	130 416	115 690	104 646	15.27	13.72	12.17	11.01
洛阳市 Luoyang	372 322	689	378 736	398 669	418 603	433 553	−6 414	−26 347	−46 281	−61 231	−0.67	−2.77	−4.87	−6.44
平顶山 Pingdingshan	305 707	535	294 084	309 562	325 040	336 648	11 624	−3 854	−19 333	−30 941	1.22	−0.41	−2.03	−3.25
安阳市 Anyang	426 665	574	315 521	332 128	348 734	361 189	111 144	94 537	77 931	65 476	11.69	9.94	8.20	6.89
鹤壁市 Hebi	132 785	160	87 950	92 579	97 208	100 680	44 835	40 206	35 577	32 105	4.72	4.23	3.74	3.38
新乡市 Xinxiang	537 442	597	328 164	345 436	362 708	375 662	209 278	192 006	174 734	161 780	22.01	20.19	18.38	17.02
焦作市 Jiaozuo	239 099	366	201 186	211 775	222 364	230 305	37 913	27 324	16 735	8 793	3.99	2.87	1.76	0.92
濮阳市 Puyang	307 636	386	212 180	223 347	234 515	242 890	95 456	84 289	73 122	64 746	10.04	8.87	7.69	6.81
许昌市 Xuchang	349 376	483	265 500	279 473	293 447	303 927	83 876	69 902	55 929	45 448	8.82	7.35	5.88	4.78
漯河市 Luohe	197 096	274	150 615	158 542	166 469	172 414	46 482	38 554	30 627	24 682	4.89	4.06	3.22	2.60
三门峡 Sanmenxia	133 729	226	124 230	130 768	137 307	142 210	9 499	2 961	−3 578	−8 481	1.00	0.31	−0.38	−0.89
南阳市 Nanyang	1 013 864	1 166	640 937	674 671	708 404	733 705	372 926	339 193	305 459	280 159	39.22	35.68	32.13	29.47
商丘市 Shangqiu	757 694	895	491 972	517 865	543 758	563 178	265 722	239 829	213 936	194 516	27.95	25.22	22.50	20.46
信阳市 Xinyang	783 533	855	469 984	494 720	519 456	538 008	313 549	288 813	264 077	245 525	32.98	30.38	27.77	25.82
周口市 Zhoukou	896 155	1 126	618 950	651 526	684 102	708 535	277 205	244 629	212 053	187 620	29.16	25.73	22.30	19.73
驻马店 Zhumadian	903 212	892	490 323	516 129	541 935	561 290	412 889	387 083	361 276	341 921	43.43	40.71	38.00	35.96
济源市 Jiyuan	42 722	68	37 379	39 346	41 313	42 789	5 344	3 376	1 409	−67	0.56	0.36	0.15	−0.01
全省 Province	8 156 770	10 542	5 794 821	6 099 812	6 404 803	6 633 545	2 361 949	2 056 958	1 751 967	1 523 225	248.42	216.34	184.27	160.21

S_{380}、S_{400}、S_{420} 和 S_{435} 分别代表人均粮食消费量 380 kg、400 kg、420 kg 和 435 kg。S_{380}, S_{400}, S_{420} and S_{435} refer to the per-capita food consumption 380 kg, 400 kg, 420 kg and 435 kg, respectively.

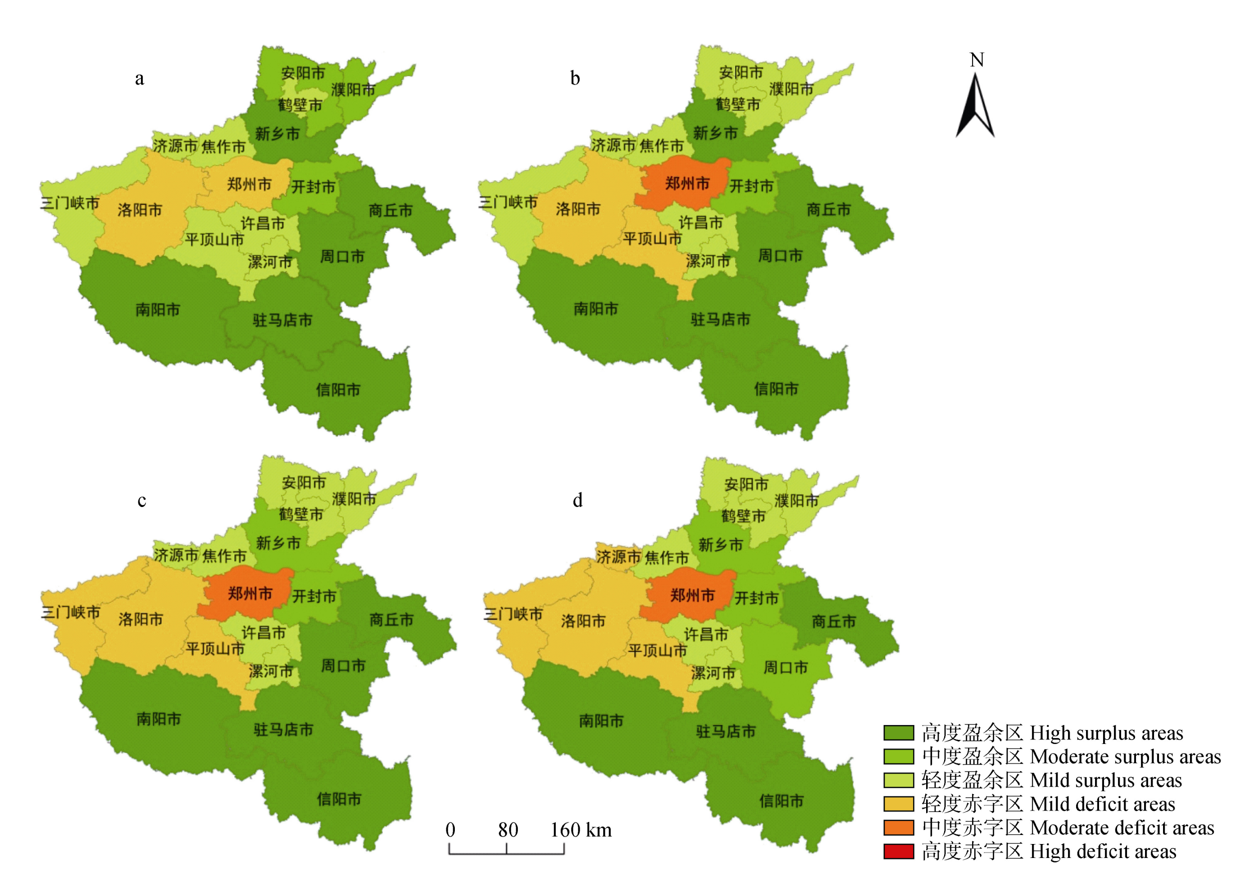


图 3　全国边界下人均粮食消费量 380 kg(a)、400 kg(b)、420 kg(c)和 435 kg(d)标准 2012 年河南省各地市耕地保护区际外部性盈余/赤字分区图

Fig. 3　Zoning maps of surplus or deficit of externalities of cultivated land protection of every city in Henan Province in 2012 on per capita grain consumption levels of 380 kg (a), 400 kg (b), 420 kg (c) and 435 kg (d) under national function boundary

周口市 13 市在人均粮食消费量 380 kg、400 kg、420 kg 和 435 kg 的标准下，全国边界下耕地保护区际外部性现实值也均处于盈余状态，郑州市、洛阳市均处于赤字状态；平顶山市在人均粮食消费量 380 kg 标准下处于盈余状态，在 400 kg、420 kg 和 435 kg 的标准下则处于赤字状态；三门峡市在人均粮食消费量 380 kg 和 400 kg 标准下处于盈余状态，在 420 kg 和 435 kg 的标准下则处于赤字状态；济源市在人均粮食消费量 380 kg、400 kg 和 420 kg 标准下处于盈余状态，仅在 435 kg 的标准下处于赤字状态。

3　研究结论与政策建议

3.1　研究结论

3.1.1　同一边界下河南省各地市耕地保护外部性盈余/赤字空间分布差异性明显

在省级边界下，河南省 18 个地市中合计有开封市、鹤壁市、新乡市、濮阳市、南阳市、商丘市、信阳市、周口市、驻马店市等 9 市属于耕地保护现实外部性盈余地市，郑州市、洛阳市、平顶山市、焦作市、安阳市、许昌市、漯河市、三门峡市、济源市等 9 市属于耕地保护外部性赤字地市。从整体上看，东北部(濮阳市、鹤壁市、新乡市、开封市、商丘市、周口市)为轻度盈余区，西南部(驻马店市、南阳市、信阳市)为中高度盈余区(其中驻马店市为高度盈余区，南阳市和信阳市为中度盈余区)，高度盈余率、中度盈余率和轻度盈余率的平均盈余率分别为 30.87%、15.41%和 7.80%；西北部，郑州市为高度赤字区，洛阳市和平顶山市为中度赤字区，焦作市、安阳市、许昌市、漯河市、三门峡市和济源市为轻度赤字区，高度赤字率、中度赤字率和轻度赤字率的平均赤字率分别为 41.95%、28.16%和 12.56%。

在全国边界内，不同的人均粮食消费量标准下，河南省各地市耕地保护外部性盈余/赤字不同。整体表现为随着人均粮食消费量标准的提高，耕地保护外部性盈余区数量比重降低、赤字区数量比重加大。在人均粮食消费量为 380 kg、400 kg、420 kg 和 435 kg 标准下，耕地保护外部性盈余市数量分别为 16 个、15 个、14 个和 13 个，其数量占比分别为 88.89%、83.33%、77.78%和 72.22%。

3.1.2 多层次作用边界下河南省各地市耕地保护外部性盈余/赤字空间分布差异性明显

同一地市在不同边界下的耕地保护外部性盈余/赤字不同。具体表现为: ①同一地市从省级边界到全国边界下耕地保护外部性赤字减弱, 如郑州市和洛阳市。②同一地市从省级边界到全国边界下耕地保护外部性盈余增强。如: 开封市在省级边界下耕地保护外部性处于轻度盈余区, 但是在全国边界下(不同的人均粮食消费量标准下)均处于中度盈余区。新乡市、商丘市和周口市在省级边界下均处于轻度盈余区, 但在人均粮食消费量 380 kg 和 400 kg 标准下处于高度盈余区, 在 420 kg 和 435 kg 标准下处于中度盈余区; 商丘市在不同标准下则均处于高度盈余区; 周口市在人均粮食消费量 380 kg、400 kg 和 420 kg 标准下处于高度盈余区, 在 435 kg 标准下处于中度盈余区; 南阳市和信阳市在省级边界下均处于中度盈余区, 在全国边界下(不同人均粮食消费量标准下)则处于高度盈余区。③同一地市在省级边界到全国边界下, 由耕地保护外部性赤字转变为耕地保护外部性盈余。安阳市、焦作市、许昌市、漯河市和济源市在省级边界下均处于赤字区, 在全国边界下(不同人均粮食消费量标准下)则处于盈余区(济源市仅在人均粮食消费量 435 kg 标准下处于轻度赤字区)。

3.2 政策建议

3.2.1 科学界定耕地保护经济补偿的接受区和给付区, 制定区域差别化的耕地保护经济补偿标准

耕地保护外部性盈余/赤字的测度是核算耕地保护区际经济补偿标准的前提, 影响着耕地保护区域经济补偿机制的构建。从上述分析中可以看出: 一方面, 同一边界下不同地市的耕地保护外部性盈余/赤字差异性明显; 另一方面, 不同边界下同一地市的耕地保护外部性盈余/赤字差异性明显。可见, 多层次作用边界下耕地保护外部性盈余/赤字分布的空间差异性, 制约着耕地保护经济补偿接受区(盈余区)和给付区(赤字区)的界定, 进而影响着耕地保护区际经济补偿标准的核算。因此, 应依据多层次作用边界下耕地保护外部性盈余/赤字分布的空间差异性, 科学界定耕地保护经济补偿的接受区和给付区, 制定区域差别化的耕地保护经济补偿标准。

3.2.2 加强多层次作用边界下耕地保护外部性量化及尺度效应研究

耕地保护经济补偿的基础是耕地的社会、生态效益具有的正外部性, 并且一个区域的正外部性也会对其他区域产生影响。耕地保护外部性盈余区的社会、生态效益除了供本区域享用以外, 也提供给耕地保护外部性赤字区享用。上述研究结果表明, 某一特定盈余区的外部性在不同尺度上的影响程度不同。本文以行政区划界为边界线探讨了省级边界和全国边界下粮食主产区耕地保护外部性盈余/赤字, 后期还应从流域边界和主体功能区划界等尺度关联与尺度转换视角进行测算和分析。再者, 由于在外部性测算时, 设定外部性边界之内所产生的生态社会效益为区内主体全部使用, 而实际上部分生态效益为区外主体享有。但是, 目前对“外溢”的耕地保护外部性在度量上比较困难。未来应进一步对现有模型进行优化, 加强多层次作用边界下耕地保护外部性量化及尺度效应的研究。

3.2.3 结合主体功能区划, 构建多层次一体化的耕地保护经济补偿体系, 明确耕地保护经济补偿的优先领域和重点方向

如前所述, 耕地保护外部性盈余/赤字的空间分布具有明显的地域性特点。如: 在省级边界下, 河南省耕地保护外部性赤字区主要分布在以工业为主的郑州市、洛阳市、平顶山市等重点开发区, 耕地保护外部性盈余区主要分布在信阳市、南阳市和驻马店市等农产品主产区。随着人均粮食消费量标准的提高和耕地非农化速度的日益加快, 耕地保护外部性盈余区所承担的耕地保护责任愈发重要。依据区域公平和利益协调原则, 应对利益受损主体(耕地保护外部性盈余区)进行合理补偿, 避免由于单方牺牲而拉大贫富差距。因此, 耕地保护区域补偿机制的构建, 应依据耕地保护外部性盈余/赤字的空间分布规律, 结合主体功能区划, 明确耕地保护经济补偿的优先领域和重点方向, 实现区域经济协调发展。

参考文献 References

[1] 张效军, 欧名豪, 高艳梅. 耕地保护区域补偿机制研究[J]. 中国软科学, 2007, (12): 47–55
Zhang X J, Ou M H, Gao Y M. Study on the regional compensation mechanism for cultivated land preservation[J]. China Soft Science, 2007, (12): 47–55

[2] 张效军, 欧名豪, 李景刚, 等. 中国区域耕地赤字/盈余预测[J]. 经济学家, 2006, (3): 41–48
Zhang X J, Ou M H, Li J G, et al. Estimating deficits/surplus of the cultivated land in China's different regions[J]. Economist, 2006, (3): 41–48

[3] 吴泽斌, 刘卫东. 基于粮食安全的耕地保护区域经济补偿标准测算[J]. 自然资源学报, 2009, 24(12): 2076–2086
Wu Z B, Liu W D. Assessment on compensation for external benefit in cultivated land protection from the consideration of regional grain security[J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(12): 2076–2086

[4] 毋晓蕾, 汪应宏, 陈常优. 耕地保护经济补偿标准测度研究——以河南省为例[J]. 经济经纬, 2014, 31(6): 19–23

Wu X L, Wang Y H, Chen C Y. Economic compensation standard measurement of cultivated land protection — A case in Henan Province[J]. Economic Survey, 2014, 31(6): 19–23

[5] 曹瑞芬, 张安录. 耕地保护补偿标准及跨区域财政转移机制——基于地方政府经济福利视角的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(10): 132–138
Cao R F, Zhang A L. Compensation standard of cultivated land protection and mechanism of transregional fiscal transfer payment: From the perspective of local government economic welfare[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(10): 132–138

[6] 曹瑞芬, 张安录. 主体功能区划框架下耕地保护经济补偿分区——以湖北省为例[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2014, (4): 98–104
Cao R F, Zhang A L. Zoning of economic compensation for cultivated land protection under framework of main function zones — A case study in Hubei Province[J]. Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition, 2014, (4): 98–104

[7] 周小平, 宋丽洁, 柴铎, 等. 区域耕地保护补偿分区实证研究[J]. 经济地理, 2010, 30(9): 1546–1551
Zhou X P, Song L J, Chai D, et al. Empirical research on zoning of externalities compensation for regional cultivated land protection[J]. Economic Geography, 2010, 30(9): 1546–1551

[8] 王苗苗, 罗灵岭, 彭志刚. 湖南省耕地保护补偿分区实证研究[J]. 内蒙古农业科技, 2011, (5): 31–33
Wang M M, Luo L L, Peng Z G. Empirical research on compensation for farmland preservation zoning in Hunan Province[J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2011, (5): 31–33

[9] 曹瑞芬, 张安录, 蔡银莺. 耕地保护经济补偿分区及财政转移支付——以湖北省为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(12): 14–22
Cao R F, Zhang A L, Cai Y Y. Economic compensation partition for cultivated land protection and fiscal transfer payment: Take Hubei Province as example[J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(12): 14–22

[10] 徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析[J]. 地理学报, 2000, 55(5): 607–616
Xu Z M, Zhang Z Q, Cheng G D. The calculation and analysis of ecological footprints of Gansu Province[J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(5): 607–616

[11] 李怀恩, 谢元博, 史淑娟, 等. 基于防护成本法的水源区生态补偿量研究——以南水北调中线工程水源区为例[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2009, 39(5): 875–878
Li H E, Xie Y B, Shi S J, et al. The research on the quantification of ecological compensation: Take the south-north water diversion centre line project for example[J]. Journal of Northwest University: Natural Science Edition, 2009, 39(5): 875–878

[12] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological footprints of nations[R]. Commissioned by the Earth Council for the Rio+5 Forum. Toronto: International Council for Local Environmental Initiatives, 1997

[13] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375–390

[14] 马爱慧, 张安录. 跨区域土地生态补偿——以“两型社会”试验区为例[J]. 国土资源科技管理, 2010, 27(1): 14–18
Ma A H, Zhang A L. Cross-regional land ecological compensation — An example of the experimental areas of resource saving and environmental friendly society[J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2010, 27(1): 14–18

[15] 施开放, 刁承泰, 孙秀锋, 等. 基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究[J]. 生态学报, 2013, 33(6): 1872–1880
Shi K F, Diao C T, Sun X F, et al. Ecological balance between supply and demand in Chongqing City based on cultivated land ecological footprint method[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(6): 1872–1880

[16] 曹瑞芬, 张安录, 万珂. 耕地保护优先序省际差异及跨区域财政转移机制——基于耕地生态足迹与生态服务价值的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(8): 34–42
Cao R F, Zhang A L, Wan K. Provincial differences in priority of cultivated land protection and mechanism of transregional fiscal transfer payment: An empirical analysis based on ecological footprint and service value[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(8): 34–42

[17] 牛海鹏. 耕地保护的外部性及其经济补偿研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010
Niu H P. Study on the externalities and its economic compensation of cultivated land protection[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010

[18] 牛海鹏, 张安录. 耕地利用生态社会效益测算方法及其应用[J]. 农业工程学报, 2010, 26(5): 316–323
Niu H P, Zhang A L. Method of measuring ecological and social benefits of cultivated land and its application[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(5): 316–323

[19] 牛海鹏, 张安录. 耕地保护的外部性及其测算——以河南省焦作市为例[J]. 资源科学, 2009, 31(8): 1400–1408
Niu H P, Zhang A L. Externality and its calculation of cultivated land protection: A case study of Jiaozuo City[J]. Resources Science, 2009, 31(8): 1400–1408

[20] 曹甲伟. 我国小康阶段安全人均粮食占有量研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2003
Cao J W. Research on secure per capita grain possession of China in the well off stage[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2003

[21] FAO. Potential population supporting capacities of lands in the developing world[R]. FPA/INT/513. Rome: FAO, 1982

[22] 胡守溢. 国家粮食安全形势估计及成本分析[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(5): 793–795
Hu S Y. Analysis of current situation of national food security and its cost[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2003, 31(5): 793–795

[23] 康晓光. 2000—2050 年: 中国的粮食国际贸易及其全球影响[J]. 战略与管理, 1996, (4): 37–48
Kang X G. China's grain international trade and its global impact during 2000–2050[J]. Strategy and Management, 1996, (4): 37–48

[24] 孙复兴, 黎志成. 关于构建我国粮食安全评估指标体系的思考[J]. 特区经济, 2005, (4): 176–177
Sun F X, Li Z C. Thinking on constructing China's food supplies security evaluation index system[J]. Special Zone Economy, 2005, (4): 176–177

[25] 卢艳霞. 我国耕地保护补偿机制研究[M]. 北京: 科学出版社, 2013
Lu Y X. Research on Compensation Mechanism of Cultivated Land Protection in China[J]. Beijing: Science Press, 2013